

PAT-NO: JP408080011A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08080011 A

TITLE: TEMPERATURE DETECTING DEVICE FOR WINDING OF ELECTRIC  
ROTARY MACHINE

PUBN-DATE: March 22, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NIIKURA, HITOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

FUJI ELECTRIC CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP06238448

APPL-DATE: September 6, 1994

INT-CL (IPC): H02K011/00, H02K003/48

ABSTRACT:

PURPOSE: To make it possible to provide optical fibers having optical temperature detecting elements inside the windings of a stator by forming lead-in grooves capable of arranging transmitting means between optical temperature detecting elements and temperature measuring portions between insulators of elements constituting the windings for stator.

CONSTITUTION: Lead-in grooves 8 are provided at certain intervals between insulators 71 and 72, and between 72 and 73 of element wire conductors of coils consisting of conductors made of 7 stages of element wire conductors combined in 2 rows, a photo temperature detecting element 1 is installed inside a slot portion of s stator, and an optical fiber 11 for transmitting light applied to and released from the optical temperature detecting element 1 arranged along said lead-in groove 8 up to a coil end portion. Next, a resin for fixing element wires is applied to the surface of the element conductor and the coil is fixed to predetermined dimensions by heated and pressured forming, and an insulating layer is formed by winding an insulation tape or insulation sheet around the periphery of this coil. At this time, the optical fiber 11 is taken out from a gap between insulation tapes or insulation sheets at the coil end portion.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-80011

(43)公開日 平成8年(1996)3月22日

(51)IntCl.<sup>6</sup> 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所

H 0 2 K 11/00  
3/48

H 0 2 K 11/ 00

E

審査請求 未請求 請求項の数5 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平6-238448

(22)出願日 平成6年(1994)9月6日

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 新倉 仁之

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

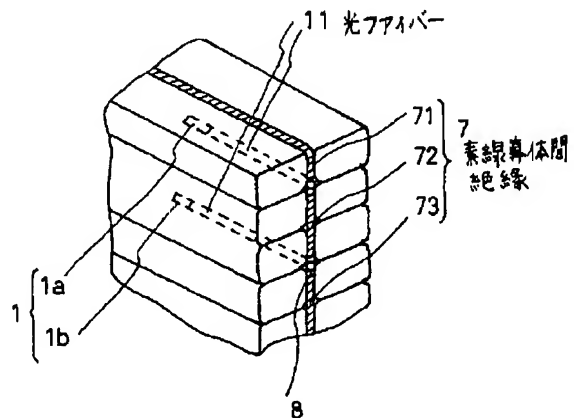
(74)代理人 弁理士 駒田 喜英

(54)【発明の名称】 回転電機巻線の温度検出装置

(57)【要約】

【目的】回転電機の固定子巻線を構成する導体の温度を誤差なく直接測定できる温度検出装置を提供する。

【構成】素線導体21間の素線間絶縁7に導入溝8を設け、この導入溝8内の素線導体21間にホトルミネセンスからなる温度検出素子1を密着配置するとともに、この導入溝8に温度検出素子1に光照射器13からの光を伝送し、かつ光照射された温度検出素子1から放出する光を伝送する光ファイバーを配し、この放出された光より素線導体21の温度を計測する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数本の素線導体からなる導体を所定の形状のコイルに形成した回転電機の固定子巻線の温度検出装置において、素線導体間に密着配置された光温度検出素子と、この光温度検出素子に光信号を伝送する第1の伝送手段と、この伝送手段をコイルエンド部から前記温度検出素子に導入する導入溝が設けられた素線導体間絶縁と、前記光温度検出素子からの出力信号を前記素線導体間絶縁に設けられた導入溝に配されコイルエンド部に伝送する第2の伝送手段と、この第2の伝送手段より伝送された出力信号から温度を演算する演算手段と、この演算手段で得られた温度を表示する温度表示手段とからなることを特徴とする回転電機巻線の温度検出装置。

【請求項2】請求項1に記載の回転電機巻線の温度検出装置において、光温度検出素子が、ホトルミネセンスからなることを特徴とする回転電機巻線の温度検出装置。

【請求項3】請求項1に記載の回転電機巻線の温度検出装置において、第1と第2の光伝送手段が光ファイバーからなることを特徴とする回転電機巻線の温度検出装置。

【請求項4】請求項1に記載の回転電機巻線の温度検出装置において、第2の光伝送手段が第1の光伝送手段と兼用することを特徴とする回転電機巻線の温度検出装置。

【請求項5】請求項1に記載の回転電機巻線の温度検出装置において、第1と第2の光伝送手段が、回転電機枠に設けられた連結部にて回転電機枠外のそれぞれ対応する光伝送手段と着脱自在に結合されてなることを特徴とする回転電機巻線の温度検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、回転電機の巻線、特に高圧回転電機の固定子巻線の温度を、離れた所から直接計測することを可能とした回転電機巻線の温度検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図5及び図6は従来の固定子巻線の温度検出方法を示すもので、図5は固定子巻線に抵抗測温素子を設置した断面図、図6は図5のVI-VI断面図である。回転電機の固定子巻線の温度検出方法としては、固定子巻線を挿入してある固定子鉄心の固定子スロット部に抵抗測温素子（サーミスタ、）又は熱電対素子（サーモカップル）を装着して測定する方法がある。図6に示す巻線構成は、複数本の素線導体21からなる導体を矩形状に形成したコイルに、絶縁層3を施した固定子巻線2を、固定子鉄心5の開口部に楔6が設けられた固定子スロット51内の上・下部に収納し、これらの固定子巻線2間を絶縁する絶縁積層板からなる相間絶縁4が設けられている。図5に示す抵抗測温素子1Aによる固定子

巻線2の温度検出では、図6に示す相間絶縁4間に抵抗測温素子1Aを挿入し、その検出信号を固定子鉄心5外に設けられた温度計測部11Aにて測定するものである。

【0003】また、熱電対素子による測定でも、前記した抵抗測温素子と同様に、相間絶縁4の固定子巻線2の長さ方向に挿入孔を設け熱電対素子を埋込み配する方法が採られている。この熱電対素子による方法では、素子が小形のものが得られることから、固定子巻線2を構成している素線導体21の表面に、熱電対素子が導電性であることから絶縁を施したものを装着し、素線導体21の温度を検出することも行われている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】前記した抵抗測温素子による固定子巻線の温度検出方法では、素子の寸法が大きことから熱電対素子のように素線導体21間に挿入し設置することができず、固定子巻線2の温度を相間絶縁4を介して間接的に測定するため、素子の寸法分だけ固定子スロット内の寸法が大きくなることと、正確な導体21の温度を計測できないという問題がある。

【0005】また、熱電対素子による測定では、小形な素子が得られることから、前記した抵抗測温素子によるような固定子スロットが大きくなることは避けることができる。しかしながら、固定子巻線の導体温度を直接測定するには、図6に示す素線導体21の表面に接触させ装着しなければならないが、前記した複数の素線導体21を固定子巻線2のコイル形状にプレス成形する場合に、熱電対素子が導電体であることから、図示しない素線導体21の素線絶縁の損傷による熱電対素子と素線導体21間との短絡防止のために、熱電対素子に絶縁を施さなければならない。従って、この熱電対素子による場合も、素線導体に直接素子を接触させ装着することができず、回転電機の運転中の通電電流による素線導体の温度を直接測定することができない。更に、抵抗測温素子によるものと同様に、熱電対素子で検出された検出信号を固定子巻線2外に設けられている温度計測部11Aに伝送するリード線をも絶縁を施すことが必要となり、温度検出素子を配置する工数に多くの時間を要する問題があった。更に、発電機内部は強磁界であるために、巻線に装着された抵抗測温素子や熱電対素子の温度検出素子や、検出された電気信号を伝送するリード線等が、電磁誘導を受け雑音信号を含むこと、またリード線の抵抗分により測定温度に誤差が生じるためその校正が煩雑になるという課題があった。

【0006】この発明の目的は、前記の課題を解決した回転電機の固定子巻線、特に高圧回転電機の固定子巻線を構成する導体の温度を直接測定できる温度検出装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記した課題を解決する

ために、この発明は、素線導体間に密着配置された光温度検出素子と、この光温度検出素子に光信号を伝送する第1の伝送手段と、この伝送手段をコイルエンド部から前記温度検出素子に導入する導入溝が設けられた素線導体間絶縁と、前記光温度検出素子からの出力信号を前記素線導体間絶縁に設けられた導入溝に配されてコイルエンド部に伝送する第2の伝送手段と、この伝送された出力信号から温度を演算する演算手段と、この演算手段で得られた温度を表示する温度表示手段とからなるものとする。

【0008】そして、光温度検出素子が、ホトルミネセンスからなるものであれば好適である。

【0009】更に、第1と第2の光伝送手段が光ファイバーからなり、また第2の光伝送手段が第1の光伝送手段と兼用すると好適である。

【0010】また、第1と第2の光伝送手段が、回転電機枠に設けられた連結部にて回転電機枠外のそれぞれに対応する光伝送手段と着脱自在とすると更に好適である。

【0011】

【作用】この発明は、従来の抵抗測温素子又は熱電対素子からなる温度検出素子での、素子寸法の制限、あるいは素子が導電体であることにより、固定子巻線の素線導体の温度を間接的にした測定できないことに鑑み、形状が小さく、かつ絶縁性を有し素線導体に直接装着可能な温度検出素子として、通信分野での実用化が進んでいる光ファイバーの適用を行ったものである。光ファイバーは、低損失、広帯域である他に、可撓性、細径、絶縁性、無誘導、絶縁性等の特徴を有し、光ファイバーを各種センサーとして用いる製品の開発も行われている。光ファイバーを利用した温度センサーも種々開発され、前記したその高い絶縁性と電磁無誘導性から、変圧器巻線の温度を計測することも試みられている。

【0012】しかしながら、光ファイバーは前記したように可撓性を有しているが、曲げ、引張に対する機械的な強度が低く、回転電機の固定子巻線の内部に設置する作業時、素線導体のプレス成形、及び絶縁層を形成する固定子巻線の製造作業時、更に回転電機の巻線の通電運転時における素線導体の熱膨張・収縮による変形、振動により折損する虞があり、回転電機巻線の温度測定への適用は困難であった。このため、この発明は、固定子巻線を構成している素線導体間を絶縁する素線間絶縁間に、光温度検出素子と温度計測部間の伝送手段を配置できる導入溝を形成することにより、光温度検出素子を有する光ファイバーを機械的な応力を受けることなく固定子巻線の内部に設けることが可能となったのである。

【0013】また、光を照射した時に、この照射光とは異なる波長を放出するホトルミネセンスの温度依存性を利用した光温度検出素子を用いることにより高精度の温度測定ができる。しかも、前記光温度検出素子への照射

のための光照射器からの光の伝送手段、及び光温度検出素子から放出された光を測定系に伝送する手段を光ファイバーで行うことにより、前記した高い絶縁性を有することにより光温度検出素子とともに絶縁を施すことなく直接に素線導体間に装着できることと、電磁無誘導性であることから、回転電機内の強磁界の影響を受けることなく温度を計測でき、回転電機内部の固定子巻線を構成する導体の温度を誤差なく直接測定できる。

【0014】更に、固定子巻線外へ導出する光ファイバーを連結する連結器を回転電機枠に設けることにより、回転電機枠内、及び温度計測部へ配線作業が容易となる。

【0015】

【実施例】以下この発明を実施例に基づいて説明する。

図1～図3は、この発明の実施例になる光温度検出素子を配置した断面図であり、図1は固定子巻線の断面、図2は図1の固定子巻線の部分断面図、図3の(A)は、この発明の光温度検出素子を素線導体間に配置した断面図、図3の(B)は異なる配置の断面図であり、従来と同じ部分には同一符号を用いることにより詳細な説明を省略する。図1には、素線導体21a、21b、21c及び21dに囲まれた素線導体間と、素線導体21e、21f、21g及び21hに囲まれた素線導体間の間隙部に、それぞれ光温度検出素子1a及び1bが挿入され設置されている。なお、素線導体21には、素線絶縁22が施されているが、光温度検出素子1a及び1bは、それぞれの光温度検出素子が接触している素線絶縁22を剥がし直接に接触させることができる。以下の実施例ではこの素線絶縁22を省略して説明する。

【0016】図2には、図1の光温度検出素子1aと1bが挿入配置されている詳細図を示したが、これらの光温度検出素子1は素線導体2間を絶縁している半硬化状あるいは硬化した絶縁積層板からなる素線間絶縁7にて区画された導入溝8内に設置されている。この光温度検出素子1の実際の設置作業は、図1の巻線構成について説明すると、7段の素線導体21を2列組合わせた導体からなるコイルの素線導体間絶縁71と72、及び72と73との間に、間隔を設けた導入溝8を設け、この導入溝8に沿って光温度検出素子1を固定子スロット部内に設置し、この光温度検出素子1に光照射し、及び放出される光を伝送する光ファイバー11をコイルエンド23(図4)部まで配する。次に、素線導体21の表面に素線固め樹脂を塗布し、加熱加圧成形により所定の寸法にコイル仕上げ、このコイルの外周に絶縁テープあるいは絶縁シートを巻回して絶縁層を形成する。この際、コイルエンド部からの温度計測部への伝送手段である光ファイバー11は、前記したコイルエンド部の絶縁テープあるいは絶縁シートの層間から導出するようにする。

【0017】図3の(A)に示す素線導体間絶縁7に設けた導入溝8aは、図2に示した素線導体間絶縁7に間

隔を設けて構成したものであるが、4本の素線導体の角部によって形成された間隙部に設け、この間隙部に光温度検出素子1が装着されている。また、この光温度検出素子1の導入溝8は図3の(B)に示すように、素線導体間絶縁7の側面に導入溝8bを設けて2本の素線導体21間の間隙部に光温度検出素子1を設ける構成とすることも可能である。

【0018】次に、図4にこの発明の光ファイバーからなる固定子巻線による温度検出装置を構成するブロック図を示す。図4にて、17は回転子であり、これに間隔を10  
おいて同軸に配された固定子鉄心5の図1に示す固定子スロット51内に、固定子巻線2が設けられている。この固定子巻線2の中央部に位置するように光温度検出素子1が配され、この光温度検出素子1に特定の波長の光を照射するための伝送手段と、温度検出素子1から放出された光を温度計測部12に伝送する伝送手段である光ファイバー111が、コイルエンド23部より固定子鉄心5の端面に沿って配され固定子鉄心5の外周面に設けられた連結部10aに接続されている。また、連結部10aからの光ファイバー112は、図示しない台床に20  
て支持された回転電機枠8に設けられた連結部10bに接続され、この連結部10bには温度計測部12の連結部10cに接続された光ファイバー113に接続されるようになっていて、光ファイバーの配線長を短くし、外部への露出部分を小さくするとともに、連結部10にて、着脱自在にすることにより、回転電機の移動や、回転電機の温度計測部による測定を容易にしている。

【0019】更に、固定子巻線2の温度検出について説明する。温度計測部12には特定の光の波長を放出する発光ダイオードからなる光照射器13が設けられ、この30  
光照射器13から光ファイバー113、112及び111を経てホトルミネセンスからなる光温度検出素子1に光を照射させる。光温度検出素子1は照射された光を吸収して、照射された光とは異なる波長の放出する。この光温度検出素子1として、例えばガリウム砒素からなる半導体からなるホトルミネセンスを用いることにより、温度により波長及びその強度が異なった光が得ることができる。この放出された光を前記した光照射器13から伝送した光ファイバーと同じ光ファイバー11を通り、温度計測部12の連結部10cを経由して波長分離器14で伝送され光の波長を計測する。そしてこの波長分離器14で得られた波長信号を光電変換器15で電気信号に変換し演算部16により温度の特定を行い、温度表器17に、測定された固定子巻線2の素線導体21の温度を表示するようになっている。なお、この発明での光温度検出素子は、前記したガリウム砒素からなる半導体からなるホトルミネセンスの他に、温度により照射された光と異なる波長の光を放出するけい光体を有する光ファイバーをも用いることも可能である。また、光ファイバーとしては、石英系ファイバー、多成分系ファイバ

ー及びプラスチックファイバーいずれも適用できる。

#### 【0020】

【発明の効果】以上のように、この発明においては、回転電機の固定子巻線の温度検出装置として、従来の抵抗測温素子、又は熱電対素子における固定子巻線の温度測定においては寸法により設置場所が制限されること、またいずれの素子も導電性であることから、直接に固定子巻線の導体に接触させて温度を計測することが困難であること、及び回転電機内部の強磁界による電磁誘導ノイズが素子からの検出信号に影響を与えることの問題を、高い絶縁性と電磁無誘導性を有する光ファイバーと光温度検出素子とを、固定子巻線を構成している素線導体間を絶縁している素線導体間絶縁に導入溝を設けることにより適用可能とし、解決することができたのである。これにより、従来では不可能であった固定子巻線の導体温度を直接に検出することができるようになり、回転電機の稼働時の巻線温度をより正確に把握することにより、回転電機の巻線絶縁の許容温度に近い温度で運転するように制御管理でき、回転電機の運転の省力化が達成される。

【0021】また、固定子巻線の正確な回転機の稼働時の最高温度が計測できるので、この温度に準じた許容最高温度を有する巻線絶縁材料を選択した絶縁設計することが可能となり、回転電機の合理的な設計による小形化の推進にも寄与できる。

【0022】更に、光温度検出素子をホトルミネセンスとし温度検出精度を高めるとともに、光温度検出素子への光照射、及び放出光の伝送を光ファイバーで行うことにより、その電磁無誘導性と低損失により、検出温度を誤差なく正確に計測できる。

【0023】また、回転電機枠に光ファイバーを接続する連結部を設けることにより、光温度検出素子を取付けたまま回転電機を移動できるとともに、連結部に温度計測部を随時接続することが可能であるので、複数の回転電機における巻線の温度を容易に計測することができ、測定の省力化が可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例による素線導体間に光温度検出素子を設置した固定子巻線の断面である。

【図2】図1の固定子巻線の部分部分斜視図である。

【図3】図3の(A)は、この発明の光温度検出素子を配置した断面図であり、図3の(B)は異なる配置の断面図である。

【図4】この発明による固定子巻線の温度検出装置を構成するブロック図である。

【図5】従来の固定子巻線に抵抗測温素子を設置した断面図である。

【図6】図5のVI-VI断面図である。

#### 【符号の説明】

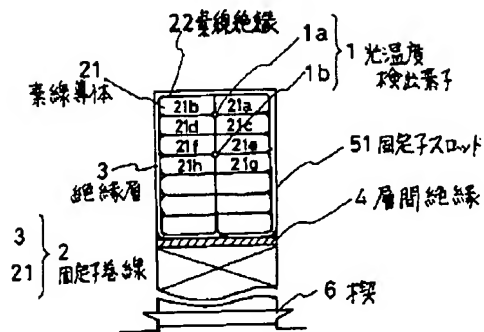
1 光温度検出素子

- 2 固定子巻線  
 21 素線導体  
 4 相間絶縁  
 5 固定子鉄心  
 7 素線導体間絶縁  
 8 導入溝  
 8a 導入溝  
 8b 導入溝  
 10 連結部  
 10a 連結部

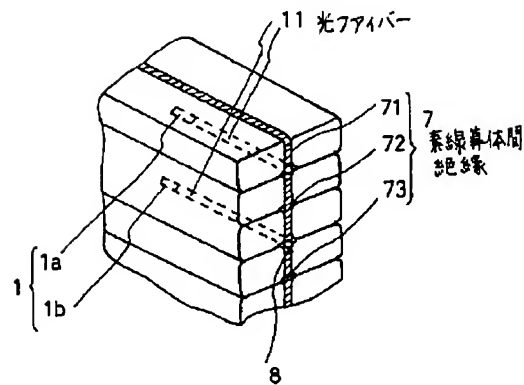
- 10b 連結部  
 11 光ファイバー  
 111 光ファイバー  
 112 光ファイバー  
 113 光ファイバー  
 12 温度計測部  
 13 光照射器  
 14 波形分離器  
 16 演算部

10

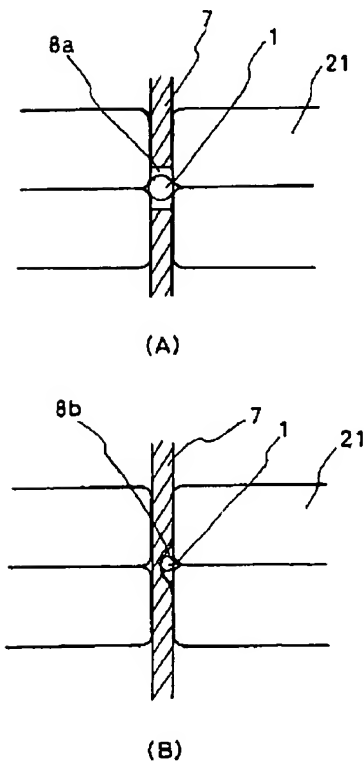
【図1】



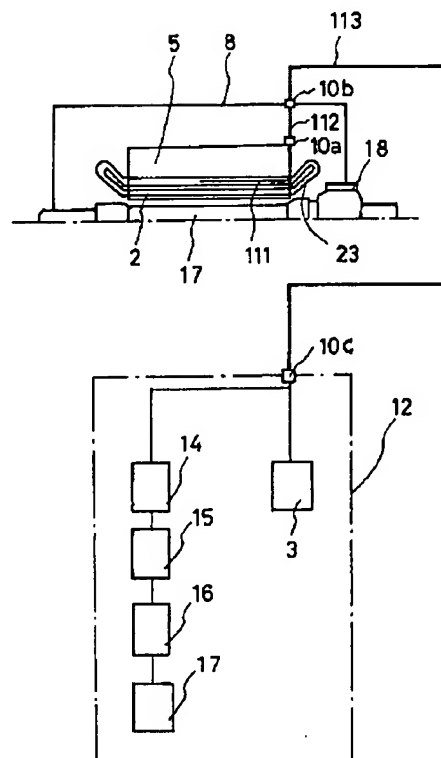
【図2】



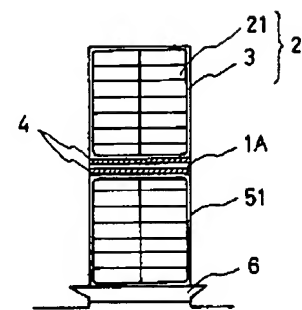
【図3】



【図4】



【図6】



(6)

特開平8-80011

【図5】

